

教育利用報告：第13回VL講習会

伊藤純至・宮川知己・佐藤正樹

東京大学大気海洋研究所

端野典平

高知工科大学環境理工学群

東京大学大気海洋研究所は、地球環境研究の共同研究拠点である4大学（東大・千葉大・名大・東北大）における研究所・研究センターの連携のもとで、地球気候系の診断を行うためのバーチャルラボラトリー(VL)を形成し、教育研究を推進している。本事業において、毎年各機関の持ち回りでVL講習会を実施している。今年度の第13回VL講習会は、「全球非静力学モデルNICAMの解説と数値シミュレーション実践」のテーマで、2019年9月9日から10日の2日間にわたって、柏キャンパスの大気海洋研究所において実施した。

1日目に全球大気モデルであるNICAM(Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model; Tomita and Sato, 2004; Sato et al, 2014)、2日目に衛星シミュレータJ-Sim(Joint-Simulator for Satellite Sensors; Hashino et al. 2013; Satoh et al. 2016)に関する講義の後、実習を大気海洋研究所2F講義室で行った。これらのプログラムは、Oakforest-PACS(以下、OFP)を活用した大規模計算が研究に実際に利用されており、また小規模な計算はパソコン等でも実行可能である。今回のVL講習会では、本格的な研究利用を促進するため、大型計算機を利用する実践的な実習を行った(第1図)。受講者全員にノートPCに持参してもらい、大気海洋研究所の講義室のネットワークから、OFPにリモートログインし、NICAMとJ-Simのコンパイル・前処理・シミュレーション本体の実行・後処理・可視化・観測との比較のすべての過程をOFP上で実施した。

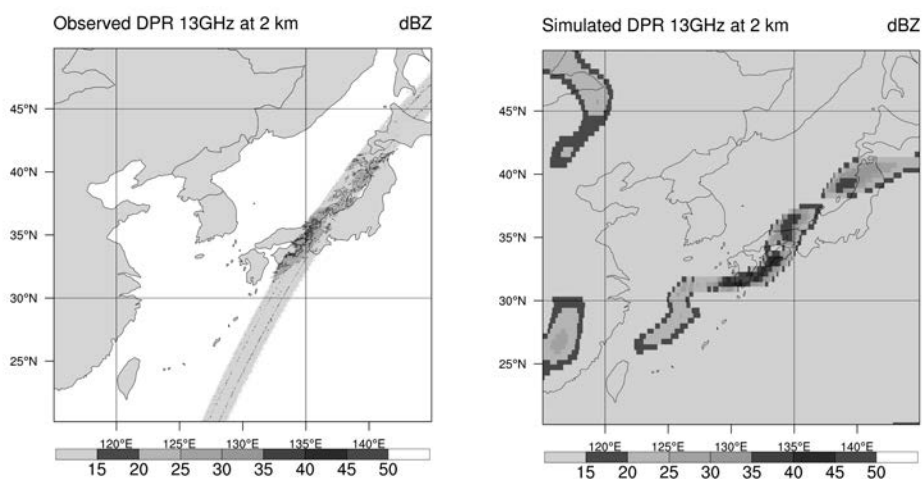


第1図：大気海洋研究所講義室における実習の様子

実習では、2018年に西日本を中心に深刻な被害をもたらした「西日本豪雨」の事例を対象に、NICAMによる再現シミュレーション計算を行った。NICAMは全球を格子で覆う大気モデルであるが、教育用クラスでも実施可能なサイズに計算格子数を設定するため、日本付近にのみ格子を集中させる stretch 格子の手法を用いた。日本周辺では水平解像度が実効的に 20 km 程度になる。2018年7月6日9時（日本時間）からの6時間分のNICAMの計算により、西日本を縦断する降水帯に沿って時間雨量が 20mm に達する強雨を現実的に再現できた。この再現計算には 30 分程度計算時間がかかる。

次に、NICAMによるシミュレーション結果を J-Sim に入力し、模擬的な全球降水観測（GPM）衛星搭載のレーダー（DPR）反射強度を得る実習を行った。出力されたレーダー反射強度（第2図右）を、同日9時半頃に日本付近を通過した GPM 主衛星の観測結果（第2図左）と比較し、NICAM が西日本豪雨時の観測をかなりよく再現していることを確認した。

順調にチュートリアルをこなした受講者には、台風などの別事例について、4日間程度の時間積分を行う再現計算にもチャレンジしてもらった。これらのチュートリアルは通常の教育用クラスの実行時間制限（15分）では完了できない。そのため2日間の実習の時間帯のみ投入可能な、実行制限が最大3時間である本講習会専用の教育用クラスを利用した。



第2図 GPM 主衛星によるレーダー反射強度の観測結果（左）と、NICAMのシミュレーションの雨水や雪水の量から J-Sim を通して求めた模擬的なレーダー反射強度（右）

受講者は学部学生から教授にまでわたり、進度に差があることは想定されたので、チュートリアル資料に沿って各自のペースによって進めてもらうようにした。講習会1日目の夜中に千葉県を通過した台風15号の影響により、千葉県を中心に各交通機関の支障があり、あいにく半数近くの受講者が予定通り来所できないトラブルがあった。受講者が到着次第、それぞれのペースで取り組んでもらえたことは幸いであった。

参加予定の受講者と、既に研究に NICAM や J-Sim を活用している研究者・大学院生のチューター分を合わせ約 60 程度の教育用アカウントを発行してもらった。OFP のログイン時に必須となる、SSH の鍵認証が初めてという参加者も多かったが、OFP の利用の手引き等にかかなり親切に

手順が掲載されているため、ログインは全員スムーズにできた。

NICAM の実行にあたってはシミュレーション自体だけでなく、前処理や後処理も相応の計算を要する。普段利用する際は、前処理・後処理もシミュレーション同様に計算ノードで実行する。しかし、今回はグリッド生成・初期値の設定などの処理の手順を、受講生に体感してもらうため、インタラクティブノードで1段階ずつ、可視化しながら実行して頂くよう指示した。可視化やデータ変換のための既存ソフトは、ログインノードでのみ実行可能であったため(Xウィンドウの描画やx86用バイナリ)、チュートリアル実行中に10回程度、インタラクティブノードへのログイン・ログアウトを指示する必要がある、大型計算機の利用に慣れない利用者には少し戸惑いがあったようである。

実習の時間中、受講者34名とチューター各自の計50台程度のノートPCから、同時にOFPに接続していたが、OFP上の各種処理に目立ったラグはなく、快適に実習を進められたことはOFPを利用したメリットであった。ただし受講者の多くが同時にコンパイルを実行しているタイミングで、コンパイルが失敗するような、これまで経験のない事象もあった。実習時間中に限り、教育用クラス専用の計算ノードを設定してもらったため、まったく待ち時間なく実行できたため効率的に実習を実施できた。実施後のアンケートでは9割以上の受講者が全体的な内容に満足であったとの回答であった。

本講習会の講義資料は下記webサイトに掲載している。この講習会を通して、OFPを利用したNICAMやJ-Simの本格的な研究利用の拡大につながれば幸いである。教育用クラスの設定等を取り計らっていただいた、中島研吾先生をはじめとする最先端共同HPC基盤施設の関係者に改めて感謝する。また、大気海洋研究所が情報基盤研究センターとの協力のもとで進めている東京大学教育研究プロジェクト「水と気候の大規模データ解析研究拠点」(高菽縁代表)の支援を受けた。

参 考 文 献

Hashino, T., Satoh, M., Hagihara, Y., Kubota, T., Matsui, T., Nasuno, T., Okamoto, H., 2013: Evaluating cloud microphysics from the NICAM against CloudSat and CALIPSO. *J. Geophys. Res.*, 118, 7273–7293, doi:10.1002/jgrd.50564.

Tomita, H. and Satoh, M., 2004: A new dynamical framework of nonhydrostatic global model using the icosahedral grid. *Fluid Dyn. Res.*, 34, 357–400.

Satoh, M., Tomita, H., Yashiro, H., Miura, H., Kodama, C., Seiki, T., Noda, A. T., Yamada, Y., Goto, D., Sawada, M., Miyoshi, T., Niwa, Y., Hara, M., Ohno, T., Iga, S., Arakawa, T., Inoue, T., Kubokawa, H., 2014: The Non-hydrostatic Icosahedral Atmospheric Model: Description and Development. *Progress in Earth and Planetary Science*, 1, 18.

Satoh, M., Roh, W., Hashino, T., 2016: Evaluations of clouds and precipitations in NICAM using the Joint Simulator for Satellite Sensors. CGER's Supercomputer Monograph Report.

Vol. 22, 110 pp, ISSN 1341-4356, CGER-I127-2016.

VL 講習会 2019 資料 : <http://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/vl/vl2019/content.html>